

# パンデミック禍における大学体育のためのエクサゲーム

兼井 あかり<sup>1,a)</sup> 真鍋 宏幸<sup>1,b)</sup>

## 概要：

2020年に新型コロナウイルス感染症が流行し、パンデミックが起きた。パンデミック禍では、学校の授業や通学などに伴う運動の機会を含むあらゆる日常生活が極端に制限される。このパンデミックで、教育現場では授業をオンライン化せざるを得なくなり、中でも体育は深刻な状況に直面している科目の1つである。体育科目の目的の一つは、健康の保持と人間関係の形成であることから、パンデミック禍では特に体育の授業で定期的な運動と健康維持を促すことが重要となるものの、その実現は困難な状況であると言える。そこで、大学のオンライン体育科目に適応し、学生が授業外でも運動するきっかけとなるエクサゲームを提案する。このエクサゲームは、テトリスをモチーフとしており、ゲーム操作に身体動作を必要とする。さらに、遠隔地にいる人同士がコミュニケーションをとりながら楽しく協力してプレイすることが可能である。提案するエクサゲームがオンライン体育に適しているか評価するために実験を行った。その結果、本ゲームは運動強度が中程度であり、運動意欲を高めることができることが明らかとなった。

## 1. はじめに

2019年末に始まった新型コロナウイルスの流行により、大学の授業がオンライン化した。オンライン授業に容易に対応できた科目がある一方で、対応が困難であった科目がある。その1つが体育である。新型コロナウイルスの流行以前は、体育の目的を達成するために、サッカーや野球といった伝統的なスポーツを活用していた。また、体育ではグループ学習が重要であるため、他の授業とは異なり、教員は学生に他者と協力して行うように促すことが多かった[1]。さらに、体育の授業は、違う学科の学生が同じ授業に参加するため、普段あまり交流のない人と知り合うメリットもある。しかし、オンラインでの体育授業では、筋トレやフィットネスなどの自宅で1人でできる実技と、教員の話の組み合わせが中心となった。そのため、学生同士の交流は授業の一部であるオンライン上のディスカッションに限られており、他者とのコミュニケーションを促す機能も制約されている。さらに、授業形態によっては、オンデマンドビデオを個人で視聴したり、事前に配布された教材を使って個人で学習したりと、個人がより孤立しやすい状況となっている。

学生の健康維持の促進は、大学体育の目的の一つである。健康維持のためには定期的な運動が不可欠であること



図 1 エクサゲーム中の様子

を多くの人は知っているが、パンデミック禍では運動の機会が必然的に減少する。例えば、COVID-19の検疫やロックダウンの期間には外出が禁止されたため、運動する人が減った。

このような状況を踏まえ、コロナ禍における体育授業では、日頃の運動や健康維持を促すような工夫の必要性が高まる。そこで、オンライン体育授業に適応し、授業外でも運動するきっかけや動機付けとなるエクサゲームを提案する(図1)。

## 2. 関連研究

本研究は、主に新型コロナウイルス流行における体育の授業と、テクノロジーを活用したスポーツの2つの分野に関連するものである。この章では、この2つの分野におけるいくつかの既存研究を紹介する。

<sup>1</sup> 芝浦工業大学

<sup>a)</sup> ma22037@shibaura-it.ac.jp

<sup>b)</sup> manabehiroyuki@acm.org

### 3. コロナ禍における体育授業

新型コロナウイルス流行以降の体育について、いくつかの国で議論されている。日本では、2020年前期における大学体育の実技科目の主な実施方法は遠隔授業であった [2]。遠隔授業の実施形態は、オンデマンドが 41.5%、同時双方向が 25.0%、資料配布・閲覧が 22.6%、オンデマンドと同時双方向の混合が 9.5%、その他が 2.4%であったと報告されている。インドネシアでは、新型コロナウイルス流行時の体育の授業において、生徒のオンライン学習に対する認識と望ましいプラットフォームについての調査が行われた [3]。この研究によると、インドネシアの学生はパンデミック禍においてオンライン学習が重要であると考えており、プラットフォームとして Zoom を好んでいることが報告されている。また、インドネシアではスポーツ教育のための e-learning が成功していることが報告されている [4]。米国で新型コロナウイルス感染症の流行初期に体育教師が遠隔授業を行った際の経験の調査 [5] では、体育教師の 20% がオンライン体育の授業の効果は低いと報告している。韓国の場合、オンライン体育の実技の実施における効果を学生は教師に比べ高く評価したと報告している [6]。また、オンライン授業のグループ学習の限界についても言及されており、学生はオンライン授業の実習が学生間の交流を支援していないと報告している。スペインにおける体育科目の教育実習についての報告 [7] では、教育実習生はオンラインの授業という環境で複雑な感情を持っており、教育実習では教育実習生が学生との直接的な接触がないために、実習経験の重要な側面を見逃す可能性を示した。

体育は COVID-19 の状況により、厳しい困難に直面している。体育の授業に参加することで、身体、社会、感情、認知の領域でさまざまな利益を得ることができると言われている [8]。そして、この 4 つの学習領域において、協調学習が学習成果を促進する可能性があることが報告されている [1]。しかし、オンラインの授業では、対面の授業に比べて学生間の交流が制限される。そのため、オンラインの体育の授業で協調学習を行うことは難しい。このような状況の中、学生間の交流の制限を克服する工夫もなされている。例えば、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパスのオンライン体育授業で使用されている授業サポートツールに SFC GO (Gowing-well Online) [9] がある。SFC GO は授業で出題された課題の内容に沿った運動や日常生活での運動の記録を投稿することができるアプリケーションである。また、他の受講者の投稿を閲覧したり、コメントしたりすることも可能である。

#### 3.1 テクノロジーを活用したスポーツ

スポーツやゲームを強化するために、テクノロジーが応用されている。エクサゲームは、エクササイズとゲームを

組み合わせた造語である [10]。例えば、Nintendo Switch の Ring Fit Adventure\*<sup>1</sup> (以下、RFA) がある。RFA は、手に Ring-Con というコントローラーを持ち、脚に Joy-Con の付いたレッグバンドを装着してプレイするゲームである。自分の身体動作でプレイすることができ、自分に合ったトレーニングを行うことができる。

エクサゲームにはゲームの楽しさを提供するだけでなく、様々な効果があることが知られている。例えば、RFA が慢性腰痛患者の自己効力感を高め、痛みを軽減することが示されている [11]。また、RFA を 4 週間使用することで、学生のランニングパフォーマンスが向上したことも報告されている [12]。大気汚染がひどい屋外での運動が難しいため、Kinect を用いた高齢者向けの室内エクサゲームが中国で検討された [13]。このゲームには、個人のゲームスコアを共有できるマルチプレイヤー機能も搭載されている。FITRIS は、運動の動作とゲームの操作を連動させたテトリスゲームである [14]。スマートフォンのカメラで撮影した全身のイメージから抽出された運動によりプレイするゲームであり、認知の柔軟性を積極的に高めたと報告されている。体育におけるエクサゲームの実施例は、文献 [15] で報告されており、学校におけるエクサゲームの活用は、肥満対策に良い結果があることを示している。また、エクサゲームは体育の授業に貢献する可能性があり、多人数での利用をサポートすることで利用者のモチベーションを高めることが示された。さらに、新しい AR/VR 技術とスポーツとの組み合わせも検討されている。例えば、FitXR\*<sup>2</sup> は、ボクシングやダンスなどのいくつかのミニゲームを含むフィットネスゲームである。Zero Latency VR\*<sup>3</sup> は、バックパック PC、VR HMD、銃を装着してプレイするマルチプレイヤーかつフリーローミングのシューティングゲームである。HADO は、AR 技術を用いたドッジボールのような多人数参加型スポーツである [16]。Zero Latency とは異なり、プレイヤーはビデオシースルー型の軽量 HMD とリストバンド型デバイスを身につける。

エクサゲームは身体活動を促進することが期待されているが、運動意欲の喚起の目的での利用が少ないと考えられている [17]。さらに、テクノロジーを駆使したスポーツをすることで、かえって怪我をしたり健康を害したりすることもあるというエクサゲームの負の効果も指摘されている。例えば、31 歳の男性が VR ゲームをプレイ中に第 7 頸椎を骨折している [18]。この報告では、VR ゲーム中の急激な動作は頸椎の損傷につながる可能性があると言われている。

\*1 <https://www.nintendo.com/store/products/ring-fit-adventure-switch/> (2022 年 12 月アクセス)

\*2 <https://fitxr.com/> (2022 年 12 月アクセス)

\*3 <https://zerolatencyvr.com/> (2022 年 12 月アクセス)

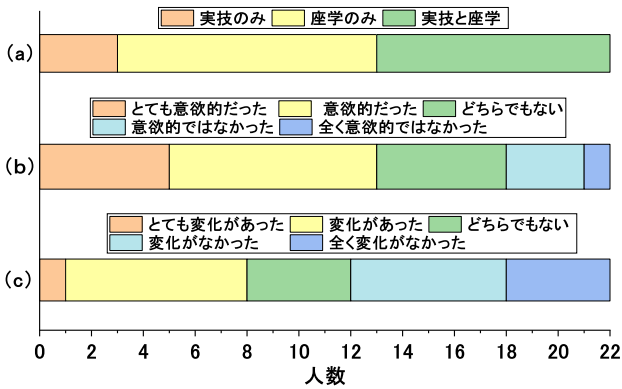


図2 大学の体育授業に関するアンケート結果. (a)2020年度および2021年度に、大学の体育の授業は実技と座学どちらを受講したか。それとも両方か、(b)大学の体育の授業に対して意欲的に取り組むことができたか、(c)大学の体育の授業により自身の運動習慣に変化はあったか

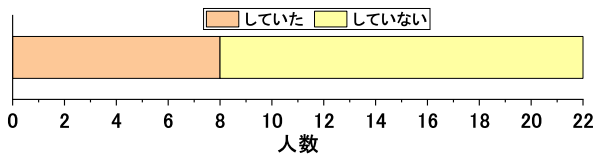


図3 コロナ自粛期間中(2020年度, 2021年度)に定期的に運動はしていたか

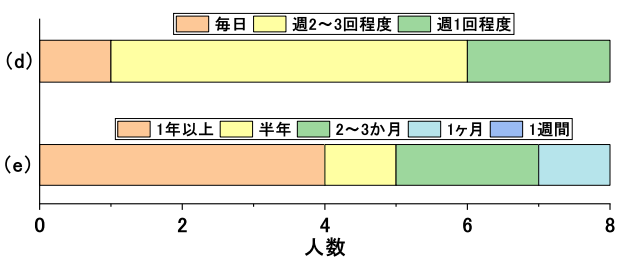


図4 コロナ自粛期間中の運動に関するアンケート. (d)どのくらいの頻度で運動をしていたか、(e)運動はどのくらいの期間続いたか

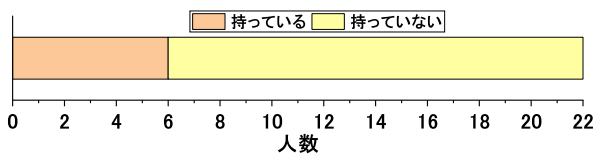


図5 RFTを持っているか

#### 4. 予備調査

新型コロナウイルス感染症流行後の芝浦工業大学(以下、本学)における体育について予備調査を行った。本学には実技と座学の科目があり、学生は両方あるいはどちらか一方を履修することができる。前者は身体活動を伴うものであり、後者は健康についての講義を行うものである。パンデミック時に行われた体育・健康科目に対する学生のモチ

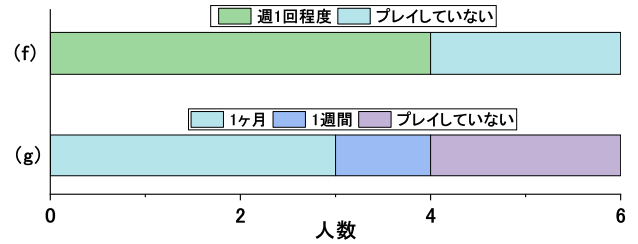


図6 RFAに関するアンケート. (f) コロナ自粛期間中にどのくらいの頻度でRFAをプレイしていたか、(g) コロナ自粛期間中にRFAをどのくらいの期間プレイしたか

ベーション、隔離期間中に学生がどの程度運動したか、運動していた場合はどの程度の期間定期的に運動したか、運動していた場合はなぜ運動しなくなったのか、という4点について調査した。調査は、本学の工学部情報工学科3年生113名を対象に行い、22名がオンラインアンケートで回答した。回答者には、Amazonギフトカード300円分を贈呈した。なお、彼らは全員2020年4月に入学したため、大学生活の初期からパンデミックに直面しており、今までの2年間この状況下で学生生活を送ってきている。

図2は大学の体育授業に関するアンケートの結果である。“大学の体育の授業に対して意欲的に取り組むことができたか”という質問に対して、「とても意欲的だった」が5名、「意欲的だった」が8名、「どちらでもない」が5名、「意欲的ではなかった」が3名、「全く意欲的ではなかった」が1名であった(図2(b))。多くの学生が意欲的であったが、「もっと体を動かしたかった、オンライン授業では仕方がない」、「ストレッチをずっと繰り返すのはとても退屈だった」など、オンライン体育授業に対する否定的な意見もあった。

“自粛期間中に定期的に運動をしていたか?”の質問に対し、8名の学生は運動したが、他の14名は運動しなかったと回答した(図3)。COVID-19の期間中に運動をした学生はあまり多くなく、運動するきっかけが必要であることを示唆している。コロナ自粛期間中の運動に関するアンケート(図4)は、図3で運動をしたと回答した学生を対象とした。運動をした8名のうち、2名は週に1回程度、5名は週に3~4回程度、1名は毎日運動していた。また、運動を続けている期間は、1ヶ月が1名、2~3ヶ月が2名、半年が1名、1年以上が4名であった。このことから、運動を始めても、長く続けることは難しいことがわかる。なお、運動は、ウォーキング、ランニング、テニスなどである。パンデミックでは屋外での運動は厳しく制限される可能性があるため、運動継続のためには屋内での代替運動が強く望まれる。

アンケートの最後に、自宅で一人で運動するための有効なツールであるRFAの所有状況を尋ねた。22人のうち6人が所有していることを確認した(図5)。所有していると

回答した学生を対象に、コロナ自粛期間中の RFA の使用状況に関する質問を行った (図 6)。アンケート結果から、パンデミック時には、4 名が週 1 回程度 RFA を使用していたが、全員が 1 ヶ月以内にやめてしまっていた。彼らは、「運動するためではなく、楽しむためにゲームをしたい」など、RFA で運動することに否定的な意見を述べた。RFA を自粛期間にプレイしている学生もいたが、残念ながら継続はできなかった。これらの結果から、パンデミックにおいて、家庭での運動を継続させるための動機付けが重要であることが示唆された。例えば、RFA を持っている学生は継続して使用し、持っていない学生は自宅で運動するための代替手段を見つけるか、RFA を入手するよう奨励する必要がある。

## 5. 提案するエクサゲーム

体力増進の認知に比べて、楽しさの認知がエクササイズの利用態度に及ぼす影響が比較的強いことが報告されており、エクサゲームには楽しさが必要である [17]。また、前述した予備調査から、パンデミックにおいて家庭での運動継続の動機付けが重要であることが示唆された。そこで、パンデミックにおいて、家庭での運動継続の動機付けとしても機能する、大学のオンライン体育のためのエクサゲームを提案する。

### 5.0.1 設計指針

オンライン体育として有効なエクサゲームは、以下の要件を満たす必要がある。(1)異なる場所にいる人同士がコミュニケーションできる、(2)狭い場所でも使用できる、(3)生徒がエクサゲームを行うことに楽しみを見出す、(4)運動の強度が通常の体育の授業と同じレベル、(5)使用する機器が壊れにくい。これらの条件を満たすために、RFA よりも積極的にゲーム的な要素を導入する。例えば、ビデオゲームの楽しさの要素や協力プレイを取り入れることで、(1)と(3)の要件に対応する。また、狭い範囲で行える、筋力トレーニングになるような動作を抽出し、ゲームの入力として活用した。学生のスマートフォンを使って動きを追跡することは可能であるが、壊れにくく高価でないという理由から、RFA の Joy-Con と Ring-Con を使用した。また、デバイスが壊れてもすぐに交換できること、学生が RFA を使ったエクサゲームを作るきっかけになることなどの利点も期待している。

### 5.0.2 実装

本提案で作成したゲームは、テトリスをベースにした 2 人用の協力型ゲームである。なお、テトリスをベースにした運動は既に提案されている [14] が、協力プレイには対応していない。プレイヤーは足に Joy-Con を装着したレッグストラップを装着し、手に Ring-Con を持ってプレイする (図 8)。プレイヤーの動作は (1)スクワット、(2)Ring-Con を引っ張る、(3)Ring-Con を押すの 3 つである。これらの

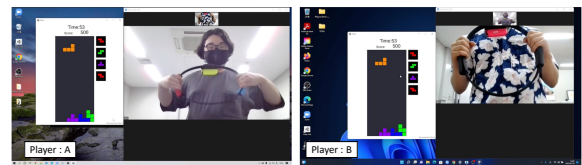


図 7 エクサゲームで遊ぶ 2 人。2 人はお互いにコミュニケーションを取りながら、より高いスコアを目指して運動している。



図 8 プレイ中の操作方法。プレイヤーは Ring-Con を手に持ち、Joy-Con を入れたレッグバンドを装着している。プレイヤーの動作は、(1)スクワット、(2)Ring-Con を引っ張る、(3)Ring-Con を押す、の 3 種類。

動作は、テトリスへの入力として割り当てられる。テトリミノは上から落ちてくるブロックで、プレイヤーが 3 つのアクションのいずれかを行うと、移動または回転する。テトリミノは、S 字、Z 字、J 字、L 字、T 字の 5 種類のみとした。テトリミノには左回転、右回転、左移動、右移動、一つ落下、底面落下の 6 種類の動きがある。それぞれの動作は、学生の動作の 1 つに割り当てられている。例えば、学生 A の「スクワット」はテトリミノの右回転、学生 B の「Ring-Con を押す」は右移動である。このゲームでは、プレイヤー同士がコミュニケーションをとりながらゲームを進めていく必要がある。なぜなら、2 人のプレイヤーに 6 つの動きが 3 つずつ振り分けられており、1 人では完全なゲーム操作ができないためである。テトリミノの移動の仕方などでコミュニケーションをとり、協力してテトリミノを動かす必要がある。テトリミノは 2 秒に 1 つずつ自動的に落ちていくが (学生間のコミュニケーションを確保するため、通常のテトリスよりかなり遅い)、プレイヤーが操作することで、1 つずつ落ちる場合と下まで一気に落ちる場合の 2 通りで落下させることができる。1 列消すと 100 点、1 つの動作で 10 点獲得することができ、2 人のプレイヤーは、協力して高得点を目指す。120 秒の制限時間があるため、高得点を目指すためには、テトリミノの落下を促進させなければならない。これは、学生の運動を加速させる。このエクサゲームは異なる場所でプレイできるため、従来のオンライン体育では困難であった、スポーツを通じた学生間のコミュニケーションや交流を可能とする。

## 6. 実験

提案したエクサゲームが大学のオンライン授業に適した運動強度であるか、ゲームが体育授業の目的達成に貢献で

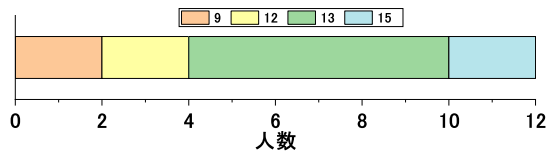


図9 運動の程度はどのくらいか。回答者は主観的運動強度を6から20までの間の整数で回答する。

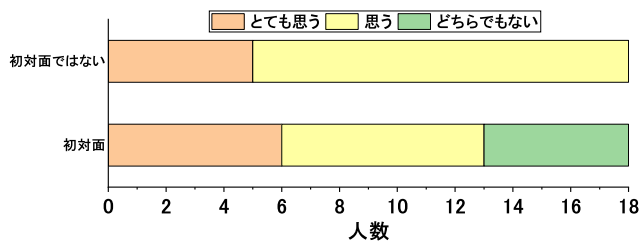


図10 コミュニケーションが取れたと思ったか

きるかどうかを明らかにし、さらに一般的なオンライン体育授業との比較を行うために実験を行った。実験には同時に4名の学生がそれぞれ別々の部屋から参加した。実験開始時に、椅子に座りリラックスした状態で1分間心拍数を測定し、その心拍数を安静時心拍数とした。その後、参加者を2人1組に分け、実装したエクサゲームを行った。ゲーム中のコミュニケーションには、Zoom ミーティングを使用し、各ペアは同一のZoom ブレイクアウトルームに入室した。実験中、カメラはオンにし、各ペアはお互いの様子を見ることができる。各ペアは15分間ゲームを行い、その後5分間の休憩をとった。全ての組み合わせで実施するため、各参加者は異なる参加者と全部で3回プレイした(15分×3回)。観察者(著者)は、カメラをオフにした状態で参加者のゲームの様子を観察した。ゲーム終了後、参加者はフィットネス授業動画<sup>\*4</sup>を視聴しながら、動画内で提案されている運動を10分ほど行った。動画内で提案されているのは、バランス能力や空間認識などの微細運動と粗大運動の身体の協応を改善するトレーニング[19]、コーディネーショントレーニングである。このフィットネス授業動画は、提案したエクサゲームと実際のオンライン授業を比較するために、一般的なオンライン授業の例として使用した。なお、大学生向けのビデオがなかったため、中学生向けのオンライン体育教材として作成された本動画を使用している。実験後、参加者はアンケートに回答した。参加者は、4人1組で3グループ、計12名(男性11名、女性1名)であり、全員大学4年生または大学院1年生で、各グループの実験時間は2時間であった。実験終了後、参加者にはAmazonギフトカード2,000円分が贈られた。

## 6.1 実験結果

運動強度は、心拍予備能と主観的運動強度を用いて計測した。心拍予備能は、カルボーネン法として知られており、自ら設定した運動強度で運動するための目標心拍数を計算するために多く使用される。運動強度(%)は、運動中の心拍数/(最大心拍数 - 安静時心拍数) × 100 で求められる[20]。推定の最大心拍数は、“220-年齢”で求めた[21]。主観的運動強度とは、運動負荷試験中に疲れの程度を示す指標である[22]。主観的運動強度はBorgスケール[23]を使用して測定した。Borgスケールは、個人の体力と一般的な疲労度を考慮し、運動をしている人が運動中の感情を主観的に評価できるように開発されたものである。Borgスケールは、6から20の15段階で評価する。3名の参加者の心拍数が正しく記録されていなかったため、以下の結果は残りの9名の参加者に基づいている。運動強度は、プレイした3回の中での最大心拍数と1回目から3回目までのプレイ中の平均心拍数を運動中の心拍数として、それぞれの心拍予備能を計算した。平均心拍数から算出した運動強度は14.85%となり、運動強度は低い。最大心拍数で算出した運動強度は49.74 ± 9.57% (平均±SD)であった。ACSMのGuidelines for exercise testing[22]によると、40%から60%の心拍予備能が中程度の運動強度とされている。そのため、プレイ中の最大心拍数から算出する運動強度は中程度の運動であった。主観的運動強度の結果を図9に示す。12人の平均は、12.5 ± 1.88 (平均±SD)となった。主観的運動強度は、9から11が軽度、12から13が中程度とされており[22]、最大心拍数から算出する運動強度と一致する。

アンケートの回答は5段階で評価された。“ペアが初対面かどうか”の質問に対して、18組中9組が初対面という結果となった。ペアの相手とコミュニケーションを取れたかと思ったかという質問の結果は、図10である。このアンケートに対して初対面と初対面ではないペアの間に差があるか、マン・ホイットニーのU検定を用いて分析した。しかし、初対面と初対面ではないペアの間に有意差は見られなかった。

図11は提案したエクサゲームの内容に関するアンケート結果、図12は提案したエクサゲームとオンライン授業に関するアンケート結果である。“このゲームは面白かったかと思うか”という質問に対して、3名が「とても思う」、8名が「思う」、1名が「どちらともいえない」と回答した(図11(A))。“オンライン授業(動画)と今回のエクサゲームではどちらで行いたいと思うか”、9名が「エクサゲーム」、3名が「どちらかと言えばエクサゲーム」と回答した(図12(H))。自由記述欄には「(実験でなければ)動画はスキップする」、「(提案するスポーツをする際に)参加

<sup>\*4</sup> [https://www.youtube.com/watch?v=ifGX\\_e4CPT4](https://www.youtube.com/watch?v=ifGX_e4CPT4)  
(2022年6月アクセス)

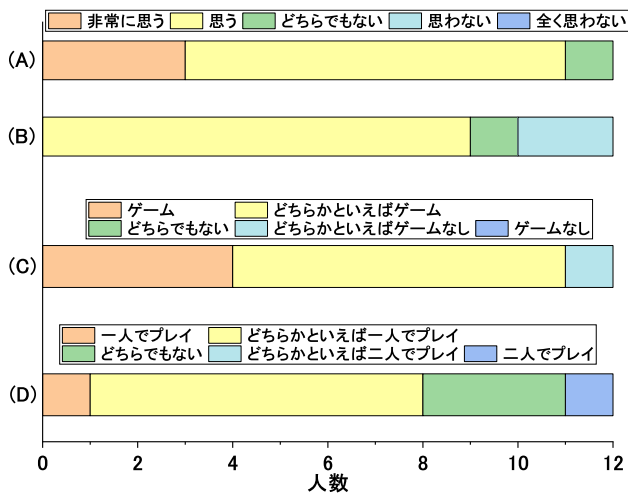


図 11 提案したエクサゲームの内容に関するアンケート。(A) このゲームは面白かったと思うか、(B) このゲームを継続して行いたいと思うか、(C) 同じ運動をするとして、このゲームで運動するのと、このゲームなしで運動するのとではどちらが好みか?、(D) このゲームをするとして、一人でプレイするのと、二人でプレイするのとどちらが好みか

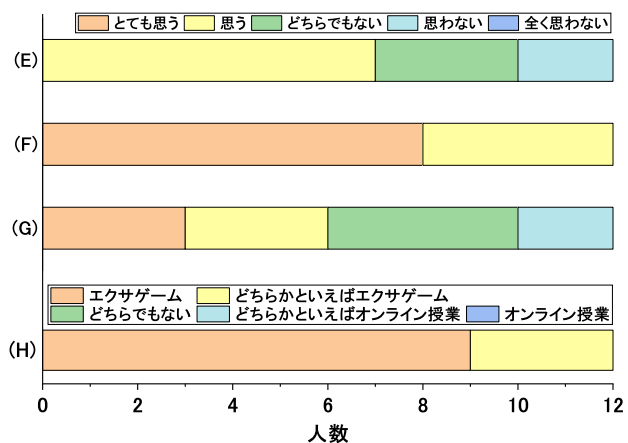


図 12 提案したエクサゲームとオンライン授業に関するアンケート。(E) 動画のような授業を受けたいと思うか、(F) エクサゲームを取り入れた授業を受けたいと思うか、(G) リングフィットアドベンチャーを持っていて、もし、このようなゲームを授業で行っていたら、日頃からリングフィットアドベンチャーを行うきっかけになると思うか、(H) オンライン授業(動画)と今回のエクサゲームではどちらで行いたいと思うか

意識と自立心が高まると感じた」等のコメントがあった。「このゲームを継続して行いたいと思うか」の質問に対して、「思う」が9名、「どちらでもない」が1名、「思わない」が2名となった(図 11(B))。また、「リングフィットアドベンチャーを持っていて、もし、このようなゲームを授業で行っていたら、日頃からリングフィットアドベンチャーを行うきっかけになると思うか」という質問に対して、「とても思う」3名、「思う」3名、「どちらでもない」4名、「思わない」2名という結果であった(図 12(G))。「操

作方法が同じなので、別のゲームをしているような感覚で取り組み始めた」と「教室で楽しく運動することで、毎日エクササイズやリングフィットアドベンチャーをすることへのハードルが下がったと思った」など、ポジティブな意見もあった。ほとんどの回答が肯定的であり、この結果は提案したエクサゲームの有効性を暗示しているものと思われる。しかし、肯定的でない回答もあった。例えば、「授業内で(提案したエクサゲームを)やってしまったら義務的なものが多少入ってしまい、(RFAを)授業外でもやりたいと思わないと思う」「授業と娯楽は個人的には独立しており、(RFAをプレイするかどうかは)その時々気分によると思う」といったコメントである。すべての学生を満足させることは難しいが、さらなる工夫が必要である。

## 7. 議論

この結果から、運動強度は体育に適していることがわかった。しかし、参加者の一部には強度が強すぎたり、弱すぎたりする可能性がある。なぜなら、体育の授業は、日頃から運動をする学生から、体育以外では運動をしない学生まで様々な学生がいるからである。日頃から運動をする学生に適した運動強度に合わせた場合、運動をしない学生には強すぎる可能性がある。反対に、体育の授業以外では運動をしない学生に適した運動強度に合わせた場合、日頃から運動をする学生には運動強度が弱すぎる可能性がある。強すぎる運動強度で運動を行うと、怪我につながる恐れがある。一方、弱すぎる運動強度では、運動の効果が得られない。また、体育の目的の一つである健康の保持のためには、人ごとに適した運動強度で運動することが大切である。そのため、運動強度は調整できる必要がある。実装したエクサゲームの運動強度は参加者ごとに設定されてはならず、共通である。しかし、必要に応じたパラメータを設定することで運動強度を変更することは可能である。例えば、行動の種類を選択、ゲーム時間の変更、コマンドを起動するための行動の閾値の変更、列を消すことと各行動の得点バランスの変更などである。学生のモチベーションを上げるためのアイデアもいくつか考えられる。例えば、競争を導入する、テトリス以外のゲームを取り入れる、プレイヤー間のコミュニケーションをより多く必要とするなどである。

ゲームとコンピュータサイエンス教育の組み合わせは有効であることが示されている [24], [25]。体育とコンピュータサイエンス教育を組み合わせることは、学生が提案したエクサゲームをプレイするだけでなく、新しいエクサゲームを作るということである。体育の授業の目的の中には、健康の保持と人間関係の形成がある。これらの目的を達成するために、体育の授業では、運動をすることと他者と交流することを学生に要求している。新しいエクサゲームの開発をグループで行う際にも、学生は運動することに加え

他者との交流が要求される。新しいエクサゲームの開発の際に、学生が自主的に他のゲームをプレイし、プレイしたゲームや自分で作成したゲームの問題点や改善点を見つけても考えられる。問題点や改善点を見つけることで、学生は自ら作成したエクサゲームを修正し、デバックを行う。エクサゲームはゲーム操作が運動であるため、デバックにも運動が伴う。デバックを行うたびに運動することになるため、ゲーム開発しながら健康を保持することが可能である。また、ゲーム操作に要求される運動やゲームの内容を考えたり、制作物の進行状況を確認したりするために、グループのメンバーとコミュニケーションをとる。そのため、体育とコンピュータサイエンス教育の組み合わせは体育の目的を達成するアプローチとして有効であると考えられる。今後、さらにエクサゲームの改良を加え、実際の体育で検証していく予定である。

コミュニケーションの取りやすさは図 10 の結果となり、肯定的な結果となった。当初、初対面と初対面でないペアのコミュニケーションの取りやすさには差があると考えていた。なぜなら、初対面のペアは相手のことを事前に知らないため、初対面でないペアと比べて、話し方や相手の伝え方に気を使うと考えたからである。しかし、今回の実験ではコミュニケーションの取りやすさに初対面と初対面でないペアの間に差はなかった。その要因としてゲームの内容がコミュニケーションを必要していたことが考えられる。今回、提案したエクサゲームは、テトリミノを移動させる 6 つの動きが 3 つずつ振り分けられているため、1 人ではプレイできないゲームであった。協力してプレイするために、お互いにコミュニケーションをとることが必要であった。「ゲームプレイ中のコミュニケーションで気をつけたこと」のアンケートでは、「的確に指示をしたり聞いたりする」、「意思疎通をとり、お互いの納得するプレイを行った」などの意見が多くあった。実験中のプレイ中様子でも、片方の参加者が指示を出し、もう片方の参加者がその指示に従っているペアや、ゲームとゲームの合間に作戦会議をしてからプレイしているペアもいた。初対面のペアも初対面でないペアも協力してプレイするために、相手に正確に伝えることを意識してプレイしていることが考えられる。そのため、コミュニケーションの取りやすさに差がない結果になったと考える。

一方、「1 人目のときはマイクが遠くてよく聞こえていなかったようだった」という意見があった。コミュニケーションの弊害には、マイクの遠さだけでなく、マイクの故障やインターネットの回線が悪いことも考えられる。オンラインでの体育ではこれらの環境の影響を考慮しなければならない。また、オンラインゲームや伝統的なスポーツは 3 人以上で行うものも多い。複数人で行うビデオ会議では、自分以外の 2 人以上が同時に話すことで、スピーカーやイヤホンから出る相手の声が聞き取りづらくなるこ

考えられる。その結果、3 人以上で行う場合、2 人に比べコミュニケーションが取りづらくなることが考えられる。そこで、3 人以上で行う際にどのようなゲームがコミュニケーションを取りやすいと感じるか検証していく必要があると考える。

## 8. まとめ

パンデミック時に学生の自主的な運動意欲を高めるために、オンライン体育のためのエクサゲームを提案した。提案手法は、テトリスをベースとしており、Joy-Con と Ring-Con でトラッキングした身体動作により操作が行われる。高得点を得るためには、2 人のプレイヤーが協力してプレイしなければならない。実験から、運動の強度は通常の体育授業と同じレベルであることが示された。ほとんどの学生がエクサゲームに対してポジティブな印象を持っていたが、中にはネガティブな印象を持っている学生もいた。オンライン体育のより良い代替手段を提供するために、さらなる研究が必要である。

## 参考文献

- [1] Casey, A. and Goodyear, V. A.: Can Cooperative Learning Achieve the Four Learning Outcomes of Physical Education? A Review of Literature, *Quest*, Vol. 67, No. 1, pp. 56–72 (online), DOI: 10.1080/00336297.2014.984733 (2015).
- [2] 難波秀行, 佐藤和, 園部豊, 西田順一, 木内敦詞, 小林雄志, 田原亮二, 中田征克, 中山正剛, 西垣景太, 西脇雅人, 平工志穂: 授業者からみたコロナ禍に行われた遠隔による大学体育実技の教育効果の検証。特集「新型コロナウイルスに挑む大学体育」, 大学体育スポーツ学研究, Vol. 18, pp. 21–34 (2021).
- [3] Jumareng, H., Setiawan, E., Patah, I., Aryani, M., Asmuddin, G. et al.: Online learning and platforms favored in physical education class during COVID-19 era: Exploring student perceptions, *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*, pp. 11–18 (2021).
- [4] Gumantan, A., Nugroho, R. A. and Yuliandra, R.: Learning during the covid-19 pandemic: Analysis of e-learning on sports education students, *Journal Sport Area*, Vol. 6, No. 1 (online), DOI: doi.org/10.25299/sportarea.2021.vol6(1).5397 (2021).
- [5] Mercier, K., Centeio, E., Garn, A., Erwin, H., Martinen, R. and Foley, J.: Physical Education Teachers' Experiences With Remote Instruction During the Initial Phase of the COVID-19 Pandemic, *Journal of Teaching in Physical Education*, Vol. 40, No. 2, pp. 337–342 (オンライン), DOI: 10.1123/jtpe.2020-0272 (2021).
- [6] Yu, J. and Jee, Y.: Analysis of Online Classes in Physical Education during the COVID-19 Pandemic, *Education Sciences*, Vol. 11, No. 1 (online), DOI: 10.3390/educsci11010003 (2021).
- [7] Varea, V. and González-Calvo, G.: Touchless classes and absent bodies: teaching physical education in times of Covid-19, *Sport, Education and Society*, Vol. 26, No. 8, pp. 831–845 (online), DOI: 10.1080/13573322.2020.1791814 (2021).
- [8] Bailey, R., Armour, K., Kirk, D., Jess, M., Pickup, I.,

- Sandford, R. and Education, B. P.: The educational benefits claimed for physical education and school sport: an academic review, *Research papers in education*, Vol. 24, No. 1, pp. 1–27 (2009).
- [9] 佐々木 航, 西山 勇毅, 羽柴 彩月, 山田 佑亮, 柿野 優衣, 野田悠加, 中 縁嗣, 大越 匡, 中澤 仁, 森 将輝, 水鳥 寿思, 塩田 琴美, 永野 智久, 東海林 祐子, 加藤 貴昭: SFC GO : 学生同士の繋がりを支援するオンライン体育授業サポートシステム, *情報処理学会論文誌デジタルプラクティス (TDP)*, Vol. 3, No. 1, pp. 19–33 (2022).
- [10] Sinclair, J., Hingston, P. and Masek, M.: Considerations for the Design of Exergames, *Proceedings of the 5th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australia and Southeast Asia*, GRAPHITE '07, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 289–295 (online), DOI: 10.1145/1321261.1321313 (2007).
- [11] Sato, T., Shimizu, K., Shiko, Y., Kawasaki, Y., Orita, S., Inage, K., Shiga, Y., Suzuki, M., Sato, M., Enomoto, K., Takaoka, H., Mizuki, N., Kim, G., Hozumi, T., Tsuchiya, R., Otagiri, T., Mukaihata, T., Furuya, T., Maki, S., Nakamura, J., Hagiwara, S., Aoki, Y., Koda, M., Akazawa, T., Takahashi, H., Takahashi, K., Ohtori, S. and Eguchi, Y.: Effects of Nintendo Ring Fit Adventure Exergame on Pain and Psychological Factors in Patients with Chronic Low Back Pain, *Games for Health Journal*, Vol. 10, No. 3, pp. 158–164 (online), DOI: 10.1089/g4h.2020.0180 (2021).
- [12] Wu, Y.-S., Wang, W.-Y., Chan, T.-C., Chiu, Y.-L., Lin, H.-C., Chang, Y.-T., Wu, H.-Y., Liu, T.-C., Chuang, Y.-C., Wu, J., Chang, W.-Y., Sun, C.-A., Lin, M.-C., Tseng, V. S., Hu, J.-M., Li, Y.-K., Hsiao, P.-J., Chen, C.-W., Kao, H.-Y., Lee, C.-C., Hsieh, C.-B., Wang, C.-H. and Chu, C.-M.: Effect of the Nintendo Ring Fit Adventure Exergame on Running Completion Time and Psychological Factors Among University Students Engaging in Distance Learning During the COVID-19 Pandemic: Randomized Controlled Trial, *JMIR Serious Games*, Vol. 10, No. 1, p. e35040 (online), DOI: 10.2196/35040 (2022).
- [13] Liu, Z., Liao, C. and Choe, P.: An Approach of Indoor Exercise: Kinect-Based Video Game for Elderly People, *Cross-Cultural Design* (Rau, P. L. P., ed.), Cham, Springer International Publishing, pp. 193–200 (2014).
- [14] Mitsuishi, H. and Ogi, T.: The effects of interactive fitness video games on stress and cognitive function, *Journal of Digital Life*, Vol. 2, p. 2022.2.6 (online), DOI: 10.51015/jdl.2022.2.6 (2022).
- [15] Vaghetti, C. A. O., Monteiro Junior, R. S., Finco, M. D., Reategui, E. B. and Botelho, S. S. d. C.: Exergames experience in physical education: A review, *Physical Culture and Sport. Studies and Research. Polônia. Vol. 78 (2018)*, p. 23–32 (2018).
- [16] Araki, H., Fukuda, H., Motoki, T., Takeuchi, T., Ohta, N., Adachi, R., Masuda, H., Kado, Y., Mita, Y., Mizukami, D. et al.: “HADO” as Techno Sports was born by the fusion of IT technology and sports, *ReVo*, pp. 36–40 (2017).
- [17] Kari, T. and Makkonen, M.: Explaining the Usage Intentions of Exergames, *Proceedings of the Thirty Fifth International Conference on Information Systems, Auckland 2014*. (2014).
- [18] Baur, D., Pfeifle, C. and Heyde, C. E.: Cervical spine injury after virtual reality gaming: a case report, *Journal of Medical Case Reports*, Vol. 15, No. 1 (online), DOI: 10.1186/s13256-021-02880-9 (2021).
- [19] Voelcker-Rehage, C., Godde, B. and Staudinger, U. M.: Cardiovascular and coordination training differentially improve cognitive performance and neural processing in older adults, *Frontiers in Human Neuroscience*, Vol. 5, p. 26 (2011).
- [20] Karvonen, M. J.: The effects of training on heart rate: A longitudinal study., *Ann med exp biol fenn*, Vol. 35, pp. 307–315 (1957).
- [21] Robergs, R. A. and Landwehr, R.: The surprising history of the “HRmax= 220-age” equation, *Journal of Exercise Physiology Online*, Vol. 5, No. 2, pp. 1–10 (2002).
- [22] Pescatello, L. S., Riebe, D. and Thompson, P. D.: *ACSM’s guidelines for exercise testing and prescription*, Lippincott Williams & Wilkins (2014).
- [23] Williams, N.: The Borg Rating of Perceived Exertion (RPE) scale, *Occupational Medicine*, Vol. 67, No. 5, pp. 404–405 (online), DOI: 10.1093/occmed/kqx063 (2017).
- [24] Wallace, S. A., McCartney, R. and Russell, I.: Games and machine learning: a powerful combination in an artificial intelligence course, *Computer Science Education*, Vol. 20, No. 1, pp. 17–36 (online), DOI: 10.1080/08993400903525099 (2010).
- [25] Hakulinen, L.: Using Serious Games in Computer Science Education, *Proceedings of the 11th Koli Calling International Conference on Computing Education Research*, Koli Calling '11, New York, NY, USA, Association for Computing Machinery, p. 83–88 (online), DOI: 10.1145/2094131.2094147 (2011).